

DIALOG(R) File 347:JAPIO  
(c) 2006 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06718729 \*\*Image available\*\*  
DISPLACEMENT SENSOR

PUB. NO.: 2000-304567 [JP 2000304567 A]  
PUBLISHED: November 02, 2000 (20001102)  
INVENTOR(s): NAKAGAKI TOSHIYA  
UEHIRA KIYOTAKA  
APPLICANT(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
APPL. NO.: 11-109353 [JP 99109353]  
FILED: April 16, 1999 (19990416)

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a displacement sensor which can maintain a high-precision mechanical size and obtain stable electric characteristics and an excellent detection output with excellent temperature stability although the structure is simple.

SOLUTION: The displacement sensor is equipped with a couple of opposite printed boards 1a and 1b, a repeating electrode 5 which is formed inside at least one printed board on a fixed-end side between the printed boards 1a and 1b to connect to an oscillation circuit, a movable intermediate electrode 3 which is provided between the printed boards 1a and 1b while specific gaps are left with the respective printed boards, a couple of fixed electrodes 4a and 4b which are formed inside the free-end sides of the printed boards 1a and 1b to a specific size so that they face the intermediate electrode 5, respectively, and a couple of dielectrics 2a and 2b which are arranged between the printed boards 1a and 1b and intermediate electrode 5 and clamped with the fixed-end sides of the printed boards 1a and 1b. Here, variation in displacement quantity is detected as the quantity of variation in the electrostatic capacity between the fixed electrodes 4a and 4b and intermediate electrode 3.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-304567

(P2000-304567A)

(43)公開日 平成12年11月2日 (2000.11.2)

(51) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F 1	マーク <sup>2</sup> (参考)
G 01 D	5/241	G 01 D	5/24
G 01 B	7/00	G 01 B	7/00
	7/30		7/30
G 01 C	9/06	G 01 C	9/06
	9/12		9/12

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平11-109353	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成11年4月16日 (1999.4.16)	(72)発明者	中垣 俊也 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(72)発明者	植平 清孝 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(74)代理人	100097445 弁理士 岩橋 文雄 (外2名) F ターム(参考) 2F063 AA37 DA05 HA01 2F077 AA11 CC02 HH03 HH07 HH13 VV02

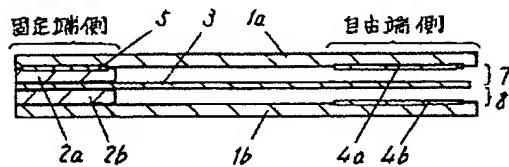
## (54)【発明の名称】 変位センサ

## (57)【要約】

【課題】 簡易な構造でありながら高精度な機械的寸法維持と安定な電気的特性及び温度安定性の良好な検出出力の得られる変位センサを提供することを目的とする。

【解決手段】 対向する一対のプリント基板1a, 1bと、前記一対のプリント基板の固定端側の少なくとも一方のプリント基板の内側に発振回路に接続するために形成された中継電極5と、前記一対のプリント基板の間にそれぞれのプリント基板から所定の間隔を空けて設けられた可動できる中間電極3と、前記一対のプリント基板の自由端側の内側に前記中継電極とそれ対向するよう所定の大きさで形成された一対の固定電極4a, 4bと、前記一対のプリント基板と前記中継電極との間にそれぞれ配置され、前記一対のプリント基板の固定端側で挟持された一対の誘電体2a, 2bとを備え、変位量の変化を前記一対の固定電極4a, 4bと前記中継電極3間の静電容量の変化量として検出するように構成したものである。

1a, 1b プリント基板 4a, 4b 固定電極  
2a, 2b 誘電体 5 中継電極  
3 中間電極



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する一対のプリント基板と、前記一対のプリント基板の固定端側の少なくとも一方のプリント基板の内側に発振回路に接続するために形成された中間電極と、前記一対のプリント基板の間にそれぞれのプリント基板から所定の間隔を空けて設けられた可動できる中間電極と、前記一対のプリント基板の自由端側の内側に前記中間電極とそれぞれ対向するように所定の大きさで形成された一対の固定電極と、前記一対のプリント基板と前記中間電極との間にそれぞれ配置され、前記一対のプリント基板の固定端側で挟持された一対の誘電体とを備え、変位量の変化を前記一対の固定電極と前記中間電極間の静電容量の変化量として検出するように構成した変位センサ。

【請求項2】 誘電体は、一対のプリント基板と対向する中間電極の両面に設けられた請求項1に記載の変位センサ。

【請求項3】 一対のプリント基板と対向する面に誘電体が形成された中間電極と前記一対のプリント基板との間であり且つ固定端側には、所定の厚さ且つ電気伝導性のよい金属スペーサが配置された請求項2に記載の変位センサ。

【請求項4】 誘電体が固定端側にのみ設けられているとともに、前記誘電体のプリント基板と接する側及び中間電極と接する側には、それぞれ電極が形成されている請求項1に記載の変位センサ。

【請求項5】 一対のプリント基板と一対の誘電体と中間電極が配設された固定端側には、電気的にも互いに絶縁された穴が設けられ、前記プリント基板の各々の外側かつ前記穴の近傍に接続電極が形成されており、さらに前記一対のプリント基板の一方のプリント基板に設けられた固定電極からの信号を前記一対のプリント基板の他方のプリント基板側へ伝達するための導電体により前記接続電極間が結び付けられるように構成された請求項1に記載の変位センサ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、静電容量の変化を利用した、たとえば傾斜センサや加速度センサなどの変位センサに関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】 静電容量の変化を利用した変位センサとして、特開平2-238369号公報に記載された加速度センサが知られている。

【0003】 図7に示す従来の加速度センサは、加速度入力による重り101の移動量を重り101が取り付けられたばね弹性を有する可動電極102と筐体103に取り付けられた固定電極104を用い、静電容量の変化量として取り出すように構成されている。固定電極104と可動電極102は誘電体105により電気的に絶縁

されている。また、過大入力時にはストップ106により、可動電極102の移動量が制限されるようになっている。

【0004】 このセンサは、加速度入力がない場合、可動電極102が誘電体105に接触し、固定電極104との間の静電容量が最大となるように設定されている。また、加速度が入力されることにより重り101に力が働き、可動電極102が誘電体105より離れて行く。これにより静電容量が減少し、加速度の変化を検出することが可能となる。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このような構成の静電容量の変化を利用した加速度センサにおいては、発振回路に接続するためまたは検出信号を取り出すために極めて薄い可動電極102とはんだ付け等により接続しなければならず、精密構造体である可動電極102に過大な熱的ダメージを与えてしまう。また、熱的ダメージを抑えようとしているが、はんだ付け部の接触抵抗が不安定になりやすい。さらに、このような加速度センサの構造体全体への熱的影響が、直接検出出力のゼロ点、感度の温度ドリフトとなって現れてしまうといった課題を有していた。したがって、同様な原理に基づいて構成される静電容量の変化を利用した傾斜センサ等にも、当然大きな課題となる。

【0006】 本発明はこの課題を解決するためのものであり、簡易な構造でありながら高精度な機械的寸法維持と安定な電気的特性及び温度安定性の良好な検出出力の得られる変位センサを提供することを目的とする。

##### 【0007】

【課題を解決するための手段】 この課題を解決するためには本発明の変位センサは、対向する一対のプリント基板と、前記一対のプリント基板の固定端側の少なくとも一方のプリント基板の内側に発振回路に接続するために形成された中間電極と、前記一対のプリント基板の間にそれぞれのプリント基板から所定の間隔を空けて設けられた可動できる中間電極と、前記一対のプリント基板の自由端側の内側に前記中間電極とそれぞれ対向するように所定の大きさで形成された一対の固定電極と、前記一対のプリント基板と前記中間電極との間にそれぞれ配置され、前記一対のプリント基板の固定端側で挟持された一対の誘電体とを備え、変位量の変化を前記一対の固定電極と前記中間電極間の静電容量の変化量として検出するように構成したことを特徴とするものである。この構成により、簡易な構造でありながら高精度な機械的寸法維持と安定な電気的特性及び温度安定性の良好な検出出力の得られる変位センサが実現可能である。

##### 【0008】

【発明の実施の形態】 本発明の請求項1に記載の発明は、対向する一対のプリント基板と、前記一対のプリント基板の固定端側の少なくとも一方のプリント基板の内

側に発振回路に接続するために形成された中継電極と、前記一对のプリント基板の間にそれぞれのプリント基板から所定の間隔を空けて設けられた可動できる中間電極と、前記一对のプリント基板の自由端側の内側に前記中間電極とそれぞれ対向するように所定の大きさで形成された一对の固定電極と、前記一对のプリント基板と前記中間電極との間にそれぞれ配置され、前記一对のプリント基板の固定端側で挟持された一对の誘電体とを備え、変位量の変化を前記一对の固定電極と前記中間電極間の静電容量の変化量として検出するように構成しているため、発振回路からの出力を中継電極を介して容量結合で中間電極へ供給可能となることで中間電極へ直接はんだけすることも不要となる。また、この構成により高精度な機械的寸法精度と安定な電気的特性が得られると同時に2つの固定電極から容量結合によりそれぞれ検出信号が抽出され、これらの検出信号の差動増幅により温度安定性の良好な検出出力が得られるという作用を有する。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、誘電体が一对のプリント基板と対向する中間電極の両面に設けられているため、固定電極と可動する中間電極が接触しても電気的に短絡しないという作用を有する。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、一对のプリント基板と対向する面に誘電体が形成された中間電極と前記一对のプリント基板との間であり且つ固定端側には、所定の厚さ且つ電気伝導性のよい金属スペーサが配置されているため、固定電極と可動する中間電極が接触しても電気的に短絡しないばかりか、スペーサが金属であるため固定電極と中間電極の間隙を極めて容易かつ高精度に維持することができるという作用を有する。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、誘電体が固定端側にのみ設けられているとともに、前記誘電体のプリント基板と接する側及び中間電極と接する側にそれぞれ電極が形成されているため、簡単な構成で固定電極と中間電極間の間隙精度が維持されるばかりでなく、発振回路からの出力を中継電極を介して容量結合で中間電極へ供給する際に、誘電体表面と中継電極間の接触が良好となりセンサが加振されても前記容量結合部分の容量値が安定するという作用を有する。

【0012】請求項5に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、一对のプリント基板と一对の誘電体と中間電極が配設された固定端側には、電気的にも互いに絶縁された穴が設けられ、前記プリント基板の各々の外側から前記穴の近傍に接続電極が形成されており、さらに前記一对のプリント基板の一方のプリント基板に設けられた固定電極からの信号を前記一对のプリント基板の他方のプリント基板側へ伝達するための導電体により前

記接続電極間が結び付けられるように構成されているため、一方のプリント基板に設けられた固定電極から抽出された検出信号を他方のプリント基板側へ容易に伝達できるようになり、処理回路を含めてすべて片側に集中させることができるという作用を有する。

【0013】以下、本発明の実施の形態について、図1から図6を用いて説明する。

【0014】(実施の形態1) 図1、図2は、本発明の傾斜センサの実施の形態1の検出素子部構造を説明するための断面図、平面図である。図3は、本実施の形態1における検出素子部に処理回路を接続した状態のプロック図である。

【0015】図1において、1a, 1bはガラスエポキシ系材料からなるプリント基板、2a, 2bは誘電率が大きく、寸法安定性も高いマイカシートよりなる誘電体、3はステンレス系材料からなる可動できる中間電極、4a, 4bは銅系の材料からなる固定電極、5は銅系の材料からなる中継電極である。図3において、6は発振回路、7は中間電極3と固定電極4aとの容量結合により構成された検出部、8は中間電極3と固定電極4bとの容量結合により構成された検出部、10, 11はダイオード、12, 13, 19, 20, 22, 23は抵抗、14, 15はコンデンサ、16, 17, 21はオペアンプ、25は出力端子である。9は中継電極5、誘電体2a、中間電極3と固定電極4a, 4b等から構成される検出素子部、18はダイオード10, 11、抵抗12, 13、コンデンサ14, 15とオペアンプ16, 17から構成される検波回路部、24は抵抗19, 20, 22, 23とオペアンプ21から構成される差動増幅部である。

【0016】中間電極3の固定端側は、両面に電極を有する誘電体2a, 2bを介して一对のプリント基板1a, 1bで挟み込まれ固定されている。固定電極4a, 4bは、一对のプリント基板1a, 1bの自由端側の内側に中間電極3と対向するように所定の大きさで形成されている(図2にその一部を示す)。

【0017】次に、本傾斜センサの検出素子部の基本動作の一例を説明する。傾斜量がゼロの場合には、中間電極3が常に重力方向を向くばかりでなく、固定電極4a, 4bが設けられているプリント基板1a, 1bも重力方向を向き、中間電極3と固定電極4a, 4b間の間隙が略同一になり、中間電極3と固定電極4a間の静電容量値と中間電極3と固定電極4b間の静電容量値が略等しい値となる。傾斜量がゼロから徐々に大きくなると、中間電極3と固定電極4a間の間隙と中間電極3と固定電極4b間の間隙に徐々に差異を生じる。したがって、中間電極3と固定電極4a間の静電容量値と中間電極3と固定電極4b間の静電容量値の間に徐々に差異を生じる。

【0018】次に、図3に示すように検出素子部9に処

理回路を接続した状態での基本動作を説明する。発振回路6から正弦波波形の高周波信号出力が、中継電極5に供給され、さらに中継電極5から誘電体2aを介して容量結合により中継電極3と接続されている。中継電極3と固定電極4a, 4b間は前述したように容量結合により接続されており、固定電極4a, 4bからの出力はそれぞれダイオード10, 11、抵抗12, 13を通して検波回路部18に入力される。入力された信号は、検波回路部18内のオペアンプ16, 17をそれぞれ通過し、抵抗19, 20を通して差動増幅部24に入力される。差動増幅部24内のオペアンプ21により差動増幅された後、出力端子25より出力される。中継電極5と中継電極3の間には誘電率が大きく、寸法安定性も高いマイカシートよりなる誘電体2aが存在しているため、安定した静電容量値が得られるばかりでなく、大きな静電容量値となる。したがって、中継電極5と中継電極3の間のインピーダンスは、前述の検出部7、検出部8のインピーダンスに比べて極めて小さくなり、検出に与える誤差が小さくなるばかりか、大きな検出出力を得ることが可能となる。

【0019】例えば、傾斜することにより固定電極4aと中継電極3の間が近づいたとすると、この間の静電容量値が大きくなり、結果としてインピーダンスは小さくなる。逆に、固定電極4bと中継電極3の間は遠ざかることになり、この間の静電容量値が小さくなり、結果としてインピーダンスは大きくなる。したがって、これらの静電容量値の差異（すなわちインピーダンスの差異）が生ずることで、検波回路部18の入力部であるダイオード10, 11、抵抗12, 13へ伝達されるそれぞれの高周波信号の振幅にも差異を生じる。これらの高周波信号は、検波回路部18でそれぞれ直流電圧値に変換され、これらの直流電圧値は差動増幅部24の抵抗19, 20へ伝達され、オペアンプ21から直流電圧値の差として出力される。この出力は傾斜量の大きさに対応しており、出力端子25よりセンサの出力として外部に取り出される。

【0020】また、温度変化により中継電極3と各固定電極4a, 4bの相対距離が変化すると、センサ出力のオフセット誤差となって現れる。しかし、本実施の形態1において、プリント基板1a, 1bと中継電極3の間に寸法精度の良好な誘電体2a, 2bがそれぞれ対称に介在されているため、温度変化により誘電体2a, 2bの厚さが変化したとしても等量の変化であり、中継電極3と固定電極4a, 4bとの間の相対距離はほとんど変化しない。ただし、中継電極3と固定電極4a, 4bとの間の絶対距離は変化する。しかし、この距離の変化分に相当する直流電圧値も差動増幅部24のオペアンプ21によりキャンセルされるため、センサの出力には影響しない。よって、温度変化によるセンサ出力のオフセット誤差は、ほとんど生じない。

【0021】本実施の形態1により、発振回路6からの出力を中継電極5と中継電極3との間の誘電体2aを介して容量結合により中継電極3に伝達することが可能であるため、発振回路6からの出力を中継電極3に伝達するための中継電極3へのはんだ付けが不要となる。したがって、簡易な構造でありますながら精密な構造体である中継電極3への過大な熱的ダメージを与えることがなく、高精度な機械的寸法維持が可能かつ電気的特性も良好な傾斜センサが実現可能である。また、容量結合であるため抵抗結合部のような接触抵抗にまつわる問題も著しく軽減され、電気的にも安定である。さらに、一对のプリント基板1a, 1bと中継電極3との間に誘電率が大きく、寸法安定性も高いマイカシートよりなる誘電体2a, 2bがそれぞれ接持されているため、温度安定性も良好な検出出力が得られる傾斜センサが実現可能である。

【0022】なお、本実施の形態1においては、発振回路6からの出力信号波形として、正弦波波形の例について説明してきたが、正負対称な波形であれば方形波など種々の波形が使用可能である。

【0023】また、本実施の形態1においては、発振回路6からの出力は、片側にのみ設けられた中継電極5から誘電体2aを介して中継電極3に供給される例について説明したが、誘電体2b側からも合わせて供給することは当然可能である。これにより、中継電極と中継電極間の静電容量値は2倍となり、検出出力の増加と検出出力のより一層の安定性が期待できる。

【0024】また、本実施の形態1によれば一对のプリント基板1a, 1bを、そのまま回路の実装スペースとしても活用できる。

【0025】なお、本実施の形態1においては、プリント基板1a, 1bとしてガラスエポキシ系材料からなる構成について説明してきたが、セラミックス基板など寸法安定性の良好な様々なものが使用可能である。また、中継電極3としてステンレス系材料からなる構成について説明してきたが、様々な材料を用いることでばね性を変え、種々の重力下で使用可能な傾斜センサも提供できる。

【0026】（実施の形態2）図4は、本発明の傾斜センサの実施の形態2を説明するための誘電体部の断面図である。本実施の形態2において、実施の形態1と同一構成部分には同一番号を付して詳細な説明を省略し、異なる部分のみ詳述する。

【0027】図4において、30, 31は誘電体2aの両面にアルミニウムや銅などの良導体を蒸着により形成した電極である。これらの電極30, 31は、誘電体2aの上面と下面のみに形成されているため、電極30と電極31との間は完全に電気的に絶縁されている。

【0028】以上の構成により、中継電極5と電極30との間にも空間が生じ難い、また中継電極3と電極31

との間にも空間が生じ難いため、外部から振動が加わった場合にも安定した静電容量値が得られる。

【0029】本実施の形態2においては、誘電体2aの両面にのみ電極を設けた例について説明してきたが、当然誘電体2bの両面に電極30, 31を設ける構成も可能である。

【0030】(実施の形態3) 図5は、本発明の傾斜センサの実施の形態3の検出素子部構造を説明するための断面図である。本実施の形態3において、実施の形態1と同一構成部分には同一番号を付して詳細な説明を省略し、異なる部分のみ詳述する。

【0031】図5において、32は中間電極3の表面を均一に覆った誘電体、33, 34は良導性の金属からなる寸法精度の良好なスペーサである。スペーサ33, 34によりプリント基板1a, 1bと中間電極3間の距離を一定に保つ機能があるとともに、中継電極5とスペーサ33との電気的接触が良好になる効果がある。また、中間電極3の表面が均一な誘電体32により覆われているため、想定されたダイナミックレンジを超える中間電極3が大きく振れても中間電極3と固定電極4a, 4bが接触し、ショートするようなどらない。

【0032】また、想定されたダイナミックレンジを超える中間電極3が大きく振れた場合にも、中間電極3に設けられた誘電体32の厚さによって規定される容量値内に抑制させる効果もある。

【0033】本実施の形態3においては、中間電極3の表面が均一な誘電体32のみにより覆われている例について説明したが、スペーサ33, 34と接触する部分に電極としての金属膜が蒸着等により付与されているより好ましい。

【0034】(実施の形態4) 図6は、本発明の傾斜センサの実施の形態4の検出素子部構造を説明するための一部断面図である。本実施の形態4において、実施の形態1と同一構成部分には同一番号を付して詳細な説明を省略し、異なる部分のみ詳述する。

【0035】図6において、図1のように中継電極5が設けられたプリント基板1a、プリント基板1b、誘電体2a, 2bと中間電極3が重ねられた状態で、固定端側に同軸の穴40が設けられている。35, 36は対向するプリント基板1a, 1bのそれぞれの穴の周囲に設けられたランド、37はジャンパー線、38, 39ははんだである。中間電極3と中継電極5に設けられた穴は、プリント基板1a, 1bや誘電体2a, 2bに設けられた穴に比べて大きくなるように形成されている。また、ジャンパー線37は中継電極5が設けられたプリント基板1a、プリント基板1b、誘電体2a, 2bと中間電極3に設けられた穴を貫通し、ランド35, 36の部分でははんだ38, 39により固定されている。

【0036】なお、ジャンパー線37により、プリント基板1a, 1b、誘電体2a, 2bと中間電極3を固定

する効果もあるが、ネジ等で完全に固定した(図示せず)後、はんだ付けを行うのがより望ましい。

【0037】また、図6においては詳細な図示がされていないが、固定電極4bからの信号はプリント基板1bに設けられたスルーホールを介してプリント基板1bの外側に導くことが可能である。したがって、この信号をプリント基板1bの外側に設けられているパターン電極(図示せず)を経由してランド36に導き、さらにジャンパー線37によりプリント基板1a側のランド35に伝達可能となる。この構成により、処理回路部をすべて一方のプリント基板1aに集結させることも可能となるといった効果が生まれる。また、これにより本センサの薄型化も図ることが可能である。

【0038】また、本実施の形態においては、傾斜センサに絞って説明しているが、基本構成原理に鑑みると加速度センサや衝撃センサへも展開可能である。

【0039】

【発明の効果】以上のように本発明は、対向する一対のプリント基板と、前記一対のプリント基板の固定端側の少なくとも一方のプリント基板の内側に発振回路に接続するために形成された中継電極と、前記一対のプリント基板の間にそれぞれのプリント基板から所定の間隔を空けて設けられた可動できる中間電極と、前記一対のプリント基板の自由端側の内側に前記中間電極とそれぞれ対向するように所定の大きさで形成された一対の固定電極と、前記一対のプリント基板と前記中間電極との間にそれぞれ配置され、前記一対のプリント基板の固定端側で挟持された一対の誘電体とを備え、変位量の変化を前記一対の固定電極と前記中間電極間の静電容量の変化量として検出するように構成していることにより、簡易な構造でありながら高精度な機械的寸法維持と安定な電気的特性及び温度安定性の良好な検出出力の得られる変位センサが実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の傾斜センサの実施の形態1の検出素子部構造を説明するための断面図

【図2】同平面図

【図3】同検出素子部に処理回路を接続した状態のプロック図

【図4】本発明の傾斜センサの実施の形態2を説明するための誘電体部の断面図

【図5】本発明の傾斜センサの実施の形態3の検出素子部構造を説明するための断面図

【図6】本発明の傾斜センサの実施の形態4の検出素子部構造を説明するための一部断面図

【図7】従来の静電容量変化を利用した加速度センサの断面図

【符号の説明】

1a, 1b プリント基板

2a, 2b, 32 誘電体

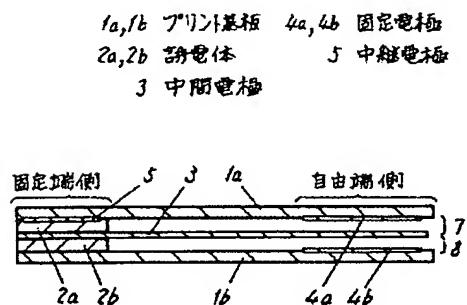
3 中間電極  
 4a, 4b 固定電極  
 5 中離電極  
 6 発振回路  
 7 検出部  
 8 検出部  
 9 検出素子部  
 10, 11 ダイオード  
 12, 13, 19, 20, 22, 23 抵抗  
 14, 15 コンデンサ

16, 17, 21 オペアンプ  
 18 検波回路部  
 24 差動增幅部  
 25 出力端子  
 30, 31 電極  
 33, 34 スペーサ  
 35, 36 ランド  
 37 ジャンバー線  
 38, 39 はんだ

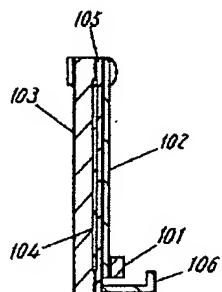
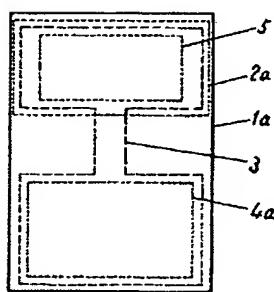
【図1】

【図2】

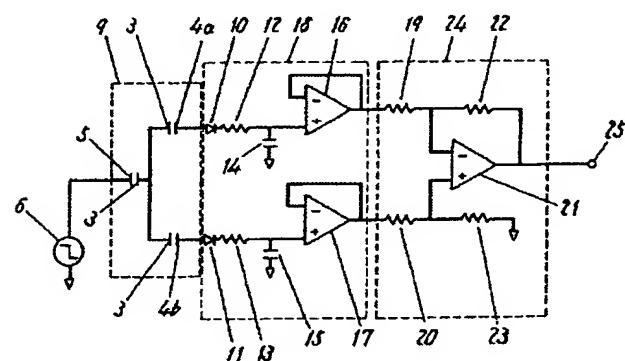
【図7】



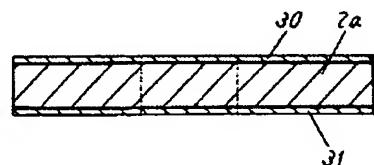
【図3】



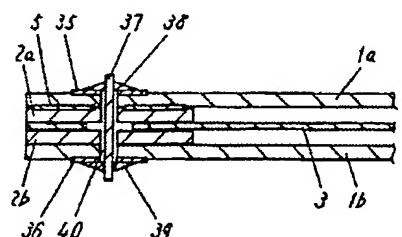
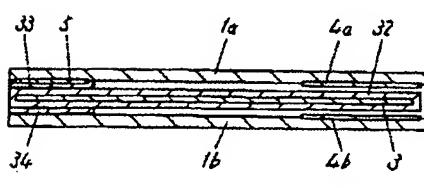
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

// G 01 P 15/125

識別記号

F I

G 01 P 15/125

マークド (参考)